

1762
#4

35.C15546

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)	
	:	Examiner: Not Yet Assigned
TOSHIYASU SHIRASUNA, ET AL.)	
	:	Group Art Unit: 1762
Application No.: 09/899,188)	
	:	
Filed: July 6, 2001)	
	:	
For: PLASMA TREATMENT)	
METHOD AND PLASMA	:	
TREATMENT APPARATUS)	October 1, 2001

RECEIVED
OCT 03 2001
TC 1700

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

CLAIM TO PRIORITY

Sir:


Applicants hereby claim priority under the International Convention and all rights to which they are entitled under 35 U.S.C. § 119 based upon the following Japanese Priority Application:

2000-209817 (Pat.), filed July 11, 2000.

A certified copy of the priority document is enclosed.

Applicants' undersigned attorney may be reached in our New York office by telephone at (212) 218-2100. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,


Attorney for Applicants
Registration No. 09,767

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200

NY_MAIN 203515 v 1

RECEIVED
OCT 03 2001
TC 1700



CFO 15546 US/mi

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 7月11日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-209817

出 願 人

Applicant(s):

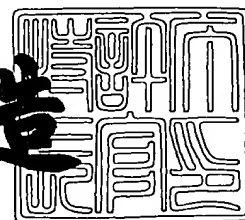
キヤノン株式会社

RECEIVED
OCT 03 2001
TC 1700

2001年 8月 3日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3069405

【書類名】 特許願

【整理番号】 4084100

【提出日】 平成12年 7月11日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 C23C 16/50

【発明の名称】 プラズマ処理方法及びプラズマ処理装置

【請求項の数】 11

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社
社内

【氏名】 白砂 寿康

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社
社内

【氏名】 青池 達行

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社
社内

【氏名】 田澤 大介

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社
社内

【氏名】 秋山 和敬

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社
社内

【氏名】 阿部 幸裕

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社

社内

【氏名】 細井 一人

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会
社内

【氏名】 村山 仁

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会
社内

【氏名】 大塚 崇志

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088328

【弁理士】

【氏名又は名称】 金田 暢之

【電話番号】 03-3585-1882

【選任した代理人】

【識別番号】 100106297

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 克博

【選任した代理人】

【識別番号】 100106138

【弁理士】

【氏名又は名称】 石橋 政幸

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 089681

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマ処理方法及びプラズマ処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 減圧された反応容器内へ高周波導入手段により高周波電力を導入することによって生じるグロー放電を利用して被処理基体の表面に処理を行うプラズマ処理方法において、

前記反応容器側と前記高周波導入手段側とのインピーダンスを調整するための複数のインピーダンス調整手段を前記反応容器のインピーダンスに対応して用意し、前記反応容器に対応した前記インピーダンス調整手段を介して前記反応容器内へ高周波電力を導入することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 2】 静電容量により前記インピーダンスを調整する、請求項 1 に記載のプラズマ処理方法。

【請求項 3】 誘導係数により前記インピーダンスを調整する、請求項 1 に記載のプラズマ処理方法。

【請求項 4】 前記高周波導入手段と前記反応容器とを分離可能に設け、前記反応容器について前記高周波導入手段を接続してプラズマ処理を行っている間、前記反応容器とはインピーダンスの異なる別の反応容器について次のプラズマ処理の準備を行う、請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理方法。

【請求項 5】 減圧可能な内部に被処理基体が設置され、それぞれインピーダンスの異なる複数の反応容器と、

減圧された前記反応容器内へ高周波電力を導入し前記反応容器内にグロー放電を生じさせる高周波導入手段と、

前記反応容器側と前記高周波導入手段側とのインピーダンスを調整するために前記反応容器のインピーダンスに対応して設けられた複数のインピーダンス調整手段とを有することを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 6】 前記高周波導入手段は、一つの前記インピーダンス調整手段が着脱可能に取り付けられる取付部を有し、前記反応容器のインピーダンスに応じて、前記複数のインピーダンス調整手段のうち一つが前記取付部に取り付けら

れる、請求項 5 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 7】 前記複数のインピーダンス調整手段は、前記反応容器のインピーダンスに応じて選択可能に前記高周波導入手段に設けられている、請求項 5 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 8】 前記高周波導入手段は、前記インピーダンス調整手段の選択用のスイッチを有する、請求項 7 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 9】 前記反応容器と前記高周波導入手段とが分離可能に設けられている、請求項 5 ないし 8 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 10】 前記反応容器と前記高周波導入手段とが分離可能に設けられ、前記各反応容器がそれぞれ前記インピーダンス調整手段を有している、請求項 5 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 11】 前記反応容器を移動させる移動手段を有する、請求項 9 または 10 に記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、放電現象を利用して原料ガスを分解することによって、基板上に膜堆積を形成し、あるいは、基板上の堆積膜をエッチングし、もしくは表面改質するときに使用するプラズマ処理方法及びプラズマ処理装置に関する。本発明は特に、基体上に堆積膜、とりわけ機能性堆積膜、特に半導体デバイス、電子写真用光受容部材、画像入力用ラインセンサー、撮像デバイス、光起電カデバイス等に用いる、アモルファス半導体を形成するプラズマ処理方法及びプラズマ処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、半導体デバイス、電子写真用感光体、画像入力用ラインセンサー、撮像デバイス、光起電カデバイス、その他各種エレクトロニクス素子、光学素子等に用いる素子部材として、アモルファスシリコン、例えば水素または／及びハロゲン（例えばフッ素、塩素等）で補償されたアモルファスシリコンのような非単結

晶質の堆積膜、またはダイヤモンド薄膜のような結晶質の堆積膜が提案され、その中のいくつかは実用に供されている。そして、こうした堆積膜は、プラズマCVD法、すなわち、原料ガスを直流または高周波、あるいはマイクロ波によるグロー放電によって分解し、ガラス、石英、耐熱性合成樹脂フィルム、ステンレス、アルミニウムなどの支持体上に堆積膜を形成する方法により形成され、そのための処理方法および処理装置も各種提案されている。

【0003】

例えば、図12に、高周波プラズマCVD法（以降、「PCVD」という）による、従来の電子写真用光受容部材の製造装置の一例の模式的な構成図を示し、同図（A）は、その縦断面図、同図（B）は、（A）のX-X線横断面図である。

【0004】

この装置は大別すると、円筒状の誘電体部材からなる反応容器1004を有する堆積装置1001と、反応容器1004内へ原料ガスを供給するための供給装置1002と、反応容器1004内を減圧にするための排気装置1030とから構成されている。

【0005】

堆積装置901は、反応容器904の内側で形成される第1の空間1005と、反応容器1004とシールド壁917との間で形成される第2の空間1006とからなる。堆積膜が形成される部材である円筒状基体1010は、基体ホルダー1012に装着されて第1の空間1005内に設置される。また、第1の空間1005内には、基体加熱用ヒーター1016、及び原料ガス導入管1015が設置されている。一方、第2の空間1006内には、棒状のカソード電極1011が反応容器904と略平行に設置され、更に、高周波整合器1041を介して高周波電源1040が接続されている。

【0006】

原料ガスの供給装置1002は、 SiH_4 、 GeH_4 、 H_2 、 CH_4 、 B_2H_6 、 PH_3 等の原料ガスのボンベ（図示せず）、バルブ（図示せず）およびマスフローコントローラー（図示せず）を有し、各原料ガスのボンベはバルブ1026を介

して反応容器 1 0 0 4 内のガス導入管 1 0 1 5 に接続されている。

【 0 0 0 7 】

この堆積膜形成装置を用いた、円筒状基体 1 0 1 0 への堆積膜の形成は、例えば以下のように行なわれる。

【 0 0 0 8 】

まず、クリーンルーム等のダスト管理された環境で、基体ホルダー 1 0 1 2 に装着され、精密に洗浄された円筒状基体 1 0 1 0 を反応容器 1 0 0 4 内に設置する。次に、排気装置 1 0 3 0 により反応容器 1 0 0 4 内を排気する。

【 0 0 0 9 】

続いて、反応容器 1 0 0 4 内に、円筒状基体 1 0 1 0 を加熱するための基体加熱用ガスをガス導入管 1 0 1 5 介して反応容器 1 0 0 4 内に導入する。次に、マスフローコントローラー（図示せず）によって、基体加熱用ガスが所定の流量になるように調整する。その際、反応容器 1 0 0 4 内の圧力が例えば 1 3 3 P a 以下の所定の圧力になるように真空計（図示せず）を見ながら排気バルブ 1 0 3 1 の開き具合を調整する。反応容器 1 0 0 4 の内圧が安定したところで、基体加熱用ヒーター 1 0 1 6 により円筒状基体 9 1 0 の温度を 5 0 ° C ~ 4 5 0 ° C の所定の温度に制御する。

【 0 0 1 0 】

円筒状基体 9 1 0 が所定の温度になったところで、マスフローコントローラー（図示せず）によって各原料ガスが所定の流量になるように調整しつつ、反応容器 1 0 0 4 内に原料ガスを供給する。その際、反応容器 1 0 0 4 内の圧力が例えば 1 3 3 P a 以下の所定の圧力になるように真空計（図示せず）を見ながら排気バルブ 1 0 3 1 の開き具合を調整する。

【 0 0 1 1 】

反応容器 1 0 0 4 の内圧が安定したところで、例えば周波数 1 0 5 M H z の高周波電源 1 0 4 0 を所望の電力に設定して、高周波整合器 1 0 4 1 を通じて反応容器 1 0 0 4 内に高周波電力を導入し、グロー放電を生起させる。この放電エネルギーによって、反応容器 1 0 0 4 内に導入された原料ガスが分解され、所定のシリコンを主成分とする所定の堆積膜が円筒状基体 1 0 1 0 上に形成される。

【0012】

堆積膜の膜厚が所望の膜厚となった後、反応容器1004内への高周波電力の導入、及び原料ガスの流入を止め、堆積膜の形成を終える。

【0013】

以下、同様の操作を複数回繰り返すことによって、所望の多層構造の光受容層を形成することができる。

【0014】

ここで、それぞれの層を形成する際には必要なガス以外のバルブはすべて閉じられていることは言うまでもなく、また、それぞれのガスが反応容器1004内、及び反応容器1004に至る配管内に残留することを避けるために、排気バルブ1031を全開にして系内を一旦高真空に排気する操作を必要に応じて行う。また、堆積膜形成中は、モーター1020を駆動させ、円筒状基体1010を回転させる。

【0015】

このようにして、プラズマ処理を行う場合、負荷側（反応容器側）に効率よく高周波電力を導入するために、さらには、高周波電源側を保護するために、負荷側のインピーダンスと高周波電源側のインピーダンスの整合を、高周波整合器1041により行っている。負荷側のインピーダンスは、プラズマによる容量成分、抵抗成分、更には負荷側の形状に由来する、浮遊容量成分、誘導成分、抵抗成分を含んでいるため、プラズマの処理条件、プラズマ処理を行う装置の形状により大きく変化する。そのためインピーダンスの調整は、装置ごと、あるいはプラズマ処理条件ごとに固有の値を必要とする。

【0016】

整合の方法としては、例えば、整合器内に設けられた、 π 型あるいはT型回路内の可変コンデンサーの容量を変化させ行うことが一般的に行われている。また、整合器内の調整だけでは不十分の場合には、例えば、特開平9-310181号公報に開示されるように、複数のカソード電極各々にコンデンサーを取付けることで、整合器と各カソード電極間の距離が長くなることによる、誘導成分の変化をキャンセルさせ、整合をとっている。更に、特開平8-253862号公報

には、プラズマ発生用電極に連結された電極導入軸および同軸円筒形アースシールドの長さを可変にすることで、多様な電源周波数に対応可能としている。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】

上記従来の方方法及び装置により、良好な整合状態が得られている。しかしながら、実際の生産における効率的な堆積膜の形成を考えた場合、更なる工夫の余地が存在する。

【0018】

前述の整合方法によれば、確かにある一定のプラズマ処理に対しては良好な整合が得られるが、例えば、前述の電子写真用光受容部材の生産を行う場合、多種多様な電子写真装置に対応して、形状、膜組成の異なる電子写真用光受容部材を生産する必要がある。それに応じて、堆積膜を形成する反応容器のインピーダンスが変化してくる。さらに、電子写真用光受容部材のように多層構成の場合、各層毎で処理ガス種、内圧、高周波電力等が変化するため、プラズマに由来するインピーダンスも大きく変化する場合がある。

【0019】

その結果、従来のプラズマ処理システムにおいては、各々の製品形態に応じて良好な整合を取ることは、各条件に対して固有の整合器を必要とする場合が発生し、これにより、装置全体のコストが高くなり、ひいては生産される製品のコスト低下の妨げとなっている。また、プラズマ処理の条件が変わる毎に、整合器の入れ替えを行う必要があるため、稼働率の低下を招き、また稼働率の低下を防止するために、同一条件の処理を継続して行う場合には、生産の柔軟性が抑制され、多様な生産要求、あるいは思わぬトラブルによる生産調整等が円滑に実行出来難くなる。

【0020】

従って、この様に高周波を用いたプラズマ処理システムにおいて、多品種生産に対し、生産システムの簡素化、低コスト化を実現するプラズマ処理装置の構成、プラズマ処理方法の早期実現が望まれていた。

【0021】

そこで本発明は、プラズマ処理が効率よく低コストで実施可能であり、また、複数の種類のプラズマ処理を生産効率の低下を生じさせることなく実施することが可能な、優れた生産性を有するプラズマ処理方法及びプラズマ処理装置を提供することを目的とする。

【 0 0 2 2 】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは、従来のプラズマ処理方法およびプラズマ処理装置における前述の問題を克服して上記の本発明の目的を達成すべく鋭意検討を行った結果、インピーダンスの異なる複数の反応容器に対し、反応容器側と高周波導入手段側とのインピーダンスを調整するためのインピーダンス調整手段を用いて随時プラズマ処理を行うことで、多品種生産に対し、生産システムの簡素化、低コスト化を実現でき、高稼働率および高柔軟性を同時に達成可能であることを見出し、本研究を完成させるに至った。

【 0 0 2 3 】

すなわち本発明のプラズマ処理方法は、減圧された反応容器内へ高周波導入手段により高周波電力を導入することによって生じるグロー放電を利用して被処理基体の表面に処理を行うプラズマ処理方法において、前記反応容器側と前記高周波導入手段側とのインピーダンスを調整するための複数のインピーダンス調整手段を前記反応容器のインピーダンスに対応して用意し、前記反応容器に対応した前記インピーダンス調整手段を介して前記反応容器内へ高周波電力を導入することを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

また、本発明のプラズマ処理装置は、減圧可能な内部に被処理基体が設置され、それぞれインピーダンスの異なる複数の反応容器と、減圧された前記反応容器内へ高周波電力を導入し前記反応容器内にグロー放電を生じさせる高周波導入手段と、前記反応容器側と前記高周波導入手段側とのインピーダンスを調整するために前記反応容器のインピーダンスに対応して設けられた複数のインピーダンス調整手段とを有することを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

本発明によれば、多様なプラズマ処理条件、あるいはプラズマ処理用の反応容器の多様な形状に対し、一つの高周波導入手段を用い対応可能であるため、装置全体のコストが抑えられ、生産される製品のコストを下げる事が可能となる。また、プラズマ処理内容が変わる毎に、高周波導入手段の整合器の入れ替えを行う必要が無い為、高稼働率を達成でき、また高稼働率を維持しつつ、多様な生産要求、あるいは思わぬトラブルによる生産調整等に円滑に対応可能となり、生産の柔軟性が向上する。

【 0 0 2 6 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

【 0 0 2 7 】

図 1 は、本発明のプラズマ処理方法を用いた電子写真用光受容部材の堆積膜形成装置の一例を模式的に示した側面図である。

【 0 0 2 8 】

図 1 に示すように、本実施形態の堆積膜形成装置は、可動式の反応容器 1 0 4 を含む可動反応容器部 1 0 1 と、反応容器 1 0 4 内を排気するための排気部 1 0 2 と、反応容器 1 0 4 内に高周波電力を導入するための高周波導入手段 1 1 0 と、反応容器 1 0 4 内に原料ガスを供給するための原料ガス供給手段（不図示）とを有する。

【 0 0 2 9 】

可動反応容器部 1 0 1 は、外側がシールド（図 1 では不図示）で包囲された反応容器 1 0 4 と、反応容器 1 0 4 が載置され、かつ移動可能手段であるキャスター 1 0 5 が取り付けられた支持台 1 0 6 と、反応容器 1 0 4 を排気部 1 0 2 と気密接続するための接続用フランジ 1 0 8 とを有する。

【 0 0 3 0 】

反応容器 1 0 4 の内部には、図示していないが、従来と同様に、堆積膜が形成される円筒状基体を保持する基体ホルダー（不図示）、原料ガス導入管、基体加熱用ヒータ等を有している。

【 0 0 3 1 】

移動可能手段は、反応容器104を移動させることができるものであれば特に限定されず、キャスターによるもの、ベルトによるもの、磁気浮動によるもの、空気浮動によるもの等が利用できるが、取り扱い易さ、コストの点から、本実施形態のようにキャスター105によるものが望ましい。

【0032】

また、反応容器104の形状も特に限定されるものではないが、堆積膜の形成をより均一に行うために、堆積膜を形成する部材の形状の形状に合わせるのが好ましい。本実施形態のように、堆積膜を形成する部材が電子写真光受容部材の基体である場合には、基体の形状は円筒状であり、また生産性の観点から複数の基体が同一円周上に配置されることから、反応容器104の形状は、基体と同様に円筒の形状が一般的に用いられる。また、反応容器104の材質は、Al、ステンレス、またはアルミナセラミックスが、機械的強度、および真空保持能力の点で望ましい。

【0033】

排気部102は、可能反応容器部101の接続用フランジ108と接続される接続用フランジ109と、この接続用フランジ109を介して稼働反応容器部101と接続される、真空ポンプ等の排気手段107とを有する。

【0034】

高周波導入手段110は、可動反応容器部101と分離可能であり、反応容器104内にプラズマを発生させるための高周波電源111と、反応容器104側に効率よく高周波電力を導入し、また、反応容器104側のインピーダンスと高周波電源111側のインピーダンスの整合をとるための高周波整合器112とを有する。

【0035】

次に、このプラズマ処理装置を用いたプラズマ処理方法の概略の手順について説明する。

【0036】

まず、稼働反応容器部101を、排気部102及び高周波導入手段110と分離した状態で、反応容器104内に円筒状基体を設置する。なお、以下の説明で

は、反応容器内に円筒状基体を設置する作業を行うエリアを基体投入エリアといい、排気部及び高周波導入手段が設置され可動反応容器部に対してプラズマ処理を行うエリアをプラズマ処理エリアという（後述の図 2 参照）。

【 0 0 3 7 】

その後、反応容器 1 0 4 内を所望の圧力まで排気する。この際、必要に応じて、基体加熱用ヒータにより円筒状基体を所定の温度に加熱したり、反応容器 1 0 4 に不活性ガス供給系（不図示）を接続して反応容器 1 0 4 内に、 N_2 ガス、Ar ガス、He ガス等の不活性ガスを供給してもよい。

【 0 0 3 8 】

次に、可動反応容器部 1 0 1 を排気部 1 0 2 の設置場所まで移動し、両者の接続用フランジ 1 0 8、1 0 9 を、真空シール材を介して当接させ、可動反応容器部 1 0 1 と排気部 1 0 2 とを接続する。

【 0 0 3 9 】

可動反応容器部 1 0 1 と排気部 1 0 2 との接続後、必要に応じて接続部をネジ、クランプ等の固定手段で固定する。可動反応容器部 1 0 1 が排気部 1 0 2 に接続されたのを確認した後、排気部 1 0 2 の排気手段 1 0 7 によって反応容器 1 0 4 内を排気する。

【 0 0 4 0 】

ここまでの反応容器 1 0 4 内への基体設置、可動反応容器部 1 0 1 の移動、可動反応容器部 1 0 1 の排気部 1 0 2 への接続の順番は、上記の手順に限らない。例えば、基体設置後、反応容器 1 0 4 内を排気せずに可動反応容器部 1 0 1 を移動して排気部 1 0 2 に接続したり、反応容器 1 0 4 内に所望のガスを所定の圧力で導入した後可動反応容器部 1 0 1 を移動してもよい。また、可動反応容器部 1 0 1 を排気部 1 0 2 に接続した後、反応容器 1 0 4 内に基体を設置してもよい。その他、可動反応容器部 1 0 1 が排気部 1 0 2 に接続され、堆積膜形成工程が開始されるまでに反応容器 1 0 4 内が堆積膜形成可能な状態になっていればよく、具体的な手順は各生産工程における作業効率、生産性等を考慮して決定される。

【 0 0 4 1 】

可動反応容器部 1 0 1 が排気部 1 0 2 に接続された後、プラズマ処理エリアに

ある高周波導入手段 1 1 0 を反応容器 1 0 4 に接続する。

【 0 0 4 2 】

このように、反応容器 1 0 4 内に基体が設置され、反応容器 1 0 4 内が排気手段 1 0 6 によって排気された後、必要に応じて、基体加熱用ヒータにより円筒状基体を所定の温度に加熱しその温度を制御する。円筒状基体が所定の温度となったところで、原料ガス供給手段から原料ガス導入管を介して、原料ガスを反応容器 1 0 4 内に導入する。原料ガスの流量が設定流量となり、また、反応容器 1 0 4 内の圧力が安定したのを確認した後、高周波電源 1 1 1 より高周波整合器 1 1 2 を介してカソード電極へ所定の高周波電力を供給する。供給された高周波電力によって、反応容器 1 0 4 内にグロー放電が生起し、原料ガスは励起解離して円筒状基体上に堆積膜が形成される。

【 0 0 4 3 】

所望の膜厚の形成が行なわれた後、高周波電力の供給を止め、続いて原料ガスの供給を停止して堆積膜の形成を終える。多層構造の堆積膜を形成する場合には、同様の操作を複数回繰り返す。この場合、次の層の形成は、前述したように 1 つの層の形成が終了した時点で一旦放電を完全に停止し、次層のガス流量、圧力に設定が変更された後、再度放電を生起して次層の形成を行なっても良いし、あるいは、1 つの層の形成終了後一定時間でガス流量、圧力、高周波電力を次層の設定値に徐々に変化させることにより連続的に複数層を形成しても良い。

【 0 0 4 4 】

なお、反応容器 1 0 4 内に設置されている基体ホルダーを、モータにより、基体ホルダーに装着される円筒状基体の軸線を中心に回転可能に設け、堆積膜形成中、必要に応じて、円筒状基体を所定の速度で回転させてもよい。

【 0 0 4 5 】

以上が、堆積膜の形成手順の概略であるが、本実施形態においては、図 2 に示すように、上述の移動反応容器部 1 0 1 の他に、円筒状基体の品種、すなわち円筒状基体の形状や形成する堆積膜の組成等に応じて、それぞれ反応容器 1 5 4, 1 6 4 のインピーダンスが異なる複数の移動反応容器部 1 5 1, 1 6 1 を用意している。そして、これらのうち所定の移動反応容器部 1 0 1, 1 5 1, 1 6 1 が

必要に応じて排気部 1 0 2 に接続され、上述したプラズマ処理が行われる。このとき、何れの可動反応容器部 1 0 1、1 5 1、1 6 1 でプラズマ処理を行うにしても、高周波導入手段 1 1 0 は共通に用いられる。

【0 0 4 6】

このように、インピーダンスの異なる反応容器 1 0 4、1 5 4、1 6 4 に対して一つの高周波導入手段でプラズマ処理を行う方法としては、高周波整合器 1 1 2 内の可変コンデンサーの可変範囲を広くし、これにより種々のインピーダンスと整合可能とする方法がある。しかし、可変範囲を広げることで、微調整が困難になったり、容量が大きくなることでコンデンサーの耐圧が低下する場合がある。また、反応容器の構成によっては、可変範囲を広げるだけでは十分対応できない場合が生じてくる場合がある。

【0 0 4 7】

そこで、上記の不具合が発生しないようなインピーダンスの整合方法の幾つかの例について、図 3 ～ 図 5 を参照して説明する。

【0 0 4 8】

図 3 に示す例では、各可動反応容器部 1 0 1、1 5 1、1 6 1 に対応して、高周波導入手段 1 1 0 と各可動反応容器部 1 0 1、1 5 1、1 6 1 との整合が取れるような整合回路ユニット 1 0 1 U、1 5 1 U、1 6 1 U を用意しておく。高周波整合器 1 1 2 は、これら整合回路ユニット 1 0 1 U、1 5 1 U、1 6 1 U のいずれか 1 つが着脱自在に装着されるユニット取付部 1 1 5 を有する。そして、各可動反応容器部 1 0 1、1 5 1、1 6 1 でのプラズマ処理に応じて、このユニット取付部 1 1 5 に所定の整合回路ユニット 1 0 1 U、1 5 1 U、1 6 1 U を装着し、これによって、インピーダンスの異なる可動反応容器部 1 0 1、1 5 1、1 6 1 との整合を取れるようにしている。

【0 0 4 9】

図 4 に示す例では、上記の整合回路ユニット 1 0 1 U、1 5 1 U、1 6 1 U が高周波整合器 1 1 2' に組み込まれ、これら各整合回路ユニット 1 0 1 U、1 5 1 U、1 6 1 U のいずれか一つを切り替えスイッチ 1 1 6 で選択可能な構成となっている。そして、各可動反応容器部 1 0 1、1 5 1、1 6 1 でのプラズマ処理

に応じて切り替えスイッチ 116 を切り替え、これによって、インピーダンスの異なる可動反応容器部 101, 151, 161 との整合を取れるようにしている。本例は、図 3 に示した例と比べ、取り扱いが容易であるという点で好ましい。

【0050】

さらに、図 5 に示す例では、上記の整合回路ユニット 101U, 151U, 161U を、高周波整合器 112” ではなく可動反応容器部 101, 151, 161 に設け、可動反応容器部 101, 151, 161 を高周波導入手段と接続するだけで、インピーダンスの異なる可動反応容器部 101, 151, 161 との整合を取れるようにしている。

【0051】

この方法は、前述した 2 つの方法に比べ、整合回路ユニットを選択する必要がないため、取り扱いがより簡素化され、さらに、可動反応容器部の数や種類が増えた場合でも整合回路ユニットの選択ミスは発生しない。従って、可動反応容器部の種類に制限がなくなり、さらに他種類の反応容器を一つの高周波導入手段でプラズマ処理可能となる。また、整合回路ユニットが可動反応容器部側に設けられるため、整合回路ユニット内の可変コンデンサの可変範囲を広くとる必要もなくなり、インピーダンスの微調整も容易に行えるようになる。

【0052】

図 3 ～ 5 に示した例において、インピーダンスの具体的な調整方法は特に制限されるものではなく、静電容量を調整してもよいし、誘導係数を調整してもよいし、また、これらを同時に調整してもよい。静電容量を調整する場合、その方法に特に制限はないが、真空コンデンサあるいはソリッドコンデンサを用い、容量を変化させる方法が、プラズマの安定性、再現性の点で好ましい。また、誘導係数の調整もその方法に特に制限はないが、例えば 50MHz 以上の高周波を使用する場合は、伝送路の長さを調整する方法が、微調整が可能でかつ簡易であるため好ましい。

【0053】

以上のようにして、堆積膜形成工程が終了した後、反応容器 104 内の原料ガスを十分にパージ、好ましくは不活性ガスに置換する。続いて、可動反応容器部

101を接続部102から切り離し、可動反応容器部101を基体取出しエリア（図示せず）へ移動する。

【0054】

必要に応じて、基体を所望の温度まで冷却した後、反応容器104に設けられたリーク弁（不図示）より反応容器104内に不活性ガス等を導入し、反応容器104内を大気圧とする。反応容器104内が大気圧となったところで、堆積膜が形成された基体を反応容器104から取出す。

【0055】

その後、反応容器104内の構成部品の交換、クリーニング等により、反応容器104が再度堆積膜形成可能な状態となったところで、反応容器104は再び上述した基体投入エリアに移動される。

【0056】

このように、可動反応容器部101と排気装置102が分離可能なプラズマ処理装置の構成は、生産における柔軟性を非常に高め、生産効率の向上、生産コストの低減が可能となる。更に、このような装置構成においては、反応容器が移動可能であることから、基体の反応容器中への設置は、反応容器を基体設置用のステージに移動して行うことができる。このため、反応容器固定時における各反応容器への基体を搬送および設置するための専用の基体搬送装置が不要となり、生産システムの簡素化が可能となる。そのため、このようなプラズマ処理装置において、特に本発明を用いることで、前述のような高柔軟性、高生産効率及び生産コストの低減という利点を十分に引き出すことが可能となり特に効果的である。

【0057】

また、複数の可動反応容器部を用いることで、上述した一連の真空処理工程において、一つの可動反応容器部で堆積膜を形成している間に、他の可動反応容器部で次の堆積膜の形成の準備（反応容器内への基体の設置、反応容器の排気等）を行うことができる。そのため、処理が終了し可動反応容器部が排気部から切り離された段階で、堆積膜形成の準備が完了した可動反応容器部を排気部に接続し、次の処理を直ちに行え、より効率的な生産を行うことができるようになる。

【0058】

以上、電子写真用光受容部材への堆積膜の形成を例にとって本発明の実施形態を説明したが、本発明は堆積膜の形成に限ったものではなく、例えばスパッタリング法、熱CVD法等の他のプラズマ処理方法にも用いることができる。

【0059】

【実施例】

以下、本発明の具体的な実施例により、比較例と比較しつつ、本発明について更に詳細に説明するが、本発明はこれらにより何ら限定されるものではない。

【0060】

(実施例1)

図1に示したプラズマ処理装置の排気部102及び高周波導入手段110に接続される可動反応容器部として、図6に示す可動反応容器部201及び図7に示す可動反応容器部301を用い、高周波プラズマCVD法(以下、「PCVD」という)電子写真用光受容部材を作製した。

【0061】

まず、図6及び図7にそれぞれ示す可動反応容器部201、301の構成について説明する。

【0062】

図6及び図7に示すように、可動反応容器部301、401はそれぞれ、キャスター205、305によって移動可能な支持台206、306と、支持台206、306上に設置された円筒状の反応容器204、304と、反応容器204、304の外側を包囲する円筒状のシールド217、317と、可動反応容器部201、301を排気部102(図1参照)と接続するための接続用フランジ208、308とを有する。反応容器204、304は、アルミナセラミックスからなり、シールド217、317はSUS製のものを用了。

【0063】

また特に図6において、反応容器204内には、長さが358mm、外径が80mmの鏡面加工を施したA1製シリンダ(円筒状基体210)をそれぞれ保持する6個の基体ホルダ212が、同心円上に等間隔で配置されている。各基体ホルダ212は、モータ220によって、反応容器204の軸線と平行な軸回りに

回転可能となっている。また、各基体ホルダ 2 1 2 に対応して、円筒状基体 2 1 0 をその内側から加熱するためのヒータ 2 1 6 が反応容器 2 0 4 内に設けられている。反応容器 2 0 4 の中心部には、反応容器 2 0 4 内に原料ガスを導入するための原料ガス導入管 2 1 5 が設置されている。

【 0 0 6 4 】

シールド 2 1 7 と反応容器 2 0 4 との間には、反応容器 2 0 4 の軸線と平行に設置された SUS 製の棒状の高周波電極 2 1 1 が、同心円上に等間隔で 3 本設けられている。各高周波電極 2 1 1 は、反応容器 2 0 4 の上部に設けられたインピーダンス調整部 2 4 0 で一個所に集まり、接続部 2 1 4 を介して、高周波導入手段 1 1 0（図 1 参照）と接続される。インピーダンス調整部 2 4 0 は、一個所に集まった高周波電極 2 1 1 と接続部 2 1 4 との間に、静電容量が 3 0 p F のソリッドコンデンサ 2 3 0 を有している。このソリッドコンデンサ 2 3 0 の静電容量は、高周波導入手段 1 1 0 で整合が取れるように予め実験によって与えられた値である。

【 0 0 6 5 】

一方、図 7 において、反応容器 3 0 4 内には、長さが 3 5 8 mm、外径が 3 0 mm の鏡面加工を施した A 1 製シリンダ（円筒状基体 3 1 0）をそれぞれ保持する 1 2 個の基体ホルダ 3 1 2 が、同心円上に等間隔で配置されている。各基体ホルダ 3 1 2 は、モータ 3 2 0 によって、反応容器 3 0 4 の軸線と平行な軸回りに回転可能となっている。また、各基体ホルダ 3 1 2 に対応して、円筒状基体 3 1 0 をその内側から加熱するためのヒータ 3 1 6 が反応容器 3 0 4 内に設けられている。反応容器 3 0 4 の中心部には、反応容器 3 0 4 内に原料ガスを導入するための原料ガス導入管 3 1 5 が設置されている。

【 0 0 6 6 】

シールド 3 1 7 と反応容器 3 0 4 との間には、反応容器 3 0 4 の軸線と平行に設置された SUS 製の棒状の高周波電極 3 1 1 が、同心円上に等間隔で 1 2 本設けられている。各高周波電極 3 1 1 は、反応容器 3 0 4 の上部に設けられたインピーダンス調整部 3 4 0 で一個所に集まり、接続部 3 1 4 を介して、高周波導入手段 1 1 0（図 1 参照）と接続される。インピーダンス調整部 3 4 0 は、一個所

に集まった高周波電極 3 1 1 と接続部 3 1 4 との間に、静電容量が 5 p F のソリッドコンデンサ 3 3 0 を有している。このソリッドコンデンサ 3 3 0 の静電容量は、高周波導入手段 1 1 0 で整合が取れるように予め実験によって与えられた値である。

【 0 0 6 7 】

上述の可動反応容器部 2 0 1 , 3 0 1 を用いた堆積膜の形成について以下に説明する。

【 0 0 6 8 】

まず、可動反応容器部 2 0 1 , 3 0 1 の構成部品の交換、クリーニングを行い、堆積膜の形成が可能な状態となったら、可動反応容器部 2 0 1 , 3 0 1 を手動で基体投入エリアへ搬送する。

【 0 0 6 9 】

基体投入エリアでは、まず、一方の可動反応容器部 2 0 1 に対して、6 本の円筒状基体 2 1 0 をそれぞれ基体ホルダ 2 1 2 に装着し、これらを反応容器 2 0 4 内の所定の位置に設置する。基体ホルダ 2 1 2 の設置後、反応容器 2 0 4 内を排気手段（不図示）によって排気し、その後、ヒータ 2 1 6 によって円筒状基体 2 1 0 を 2 3 0 ° C に加熱・制御する。円筒状基体 2 1 0 が所定の温度となったところで、可動反応容器部 2 0 1 を作業員による手動でプラズマ処理エリアへ搬送する。プラズマ処理エリアへの搬送後、可動反応容器部 2 0 1 と排気部 1 0 2 （図 1 参照）とを、可動反応容器部 2 0 1 の接続用フランジ 2 0 8 と排気部 1 0 2 の接続用フランジ 1 0 9 との間に O リングを介して接続した。

【 0 0 7 0 】

可動反応容器部 2 0 1 と排気部 1 0 2 との接続が終了した後、可動反応容器部 2 0 1 の接続部 2 1 4 に高周波導入手段 1 1 0 を接続し、反応容器 2 0 4 内を排気部 1 0 2 の排気手段 1 0 7 によって排気した後、原料ガス導入管 2 1 5 を介して、原料ガスを反応容器 2 0 4 内に導入した。原料ガスの流量が設定流量となり、また、反応容器 2 0 4 内の圧力が安定したのを確認した後、高周波導入手段 1 1 0 よりカソード電極 2 1 1 へ所定の高周波電力を供給し、円筒状基体 2 1 0 上に堆積膜を形成した。本実施例では、基体温度、原料ガスのガス流量、圧力、高

周波電力を変更して同様の手順を繰り返し、電化注入阻止層、光導電層及び表面層の3層の堆積膜を形成した。堆積膜形成中は、モータ220を駆動して円筒状基体210を回転させた。また、高周波電力の周波数は105MHzとした。

【0071】

可動反応容器部201で堆積膜の形成中に、基体投入エリアで、もう一方の可動反応容器部301について、可動反応容器部201と同様に、反応容器304内に円筒状基体310を設置し、ヒータ316により円筒状基体310を230℃に加熱・制御した。

【0072】

可動反応容器部201での堆積膜の形成が終了したら、可動反応容器部201を排気部102から切り離し、基体取り出しエリア（不図示）へ移動させる。その後、もう一方の可動反応容器部301をプラズマ処理エリアへ移動させ、可動反応容器部301と排気部102とを接続させた。接続終了後、可動反応容器部301の接続部314に高周波導入手段110を接続し、可動反応容器部201と同様に、円筒状基体310上に3層構造の堆積膜を形成した。

【0073】

（比較例1）

インピーダンスの異なる可動反応容器部として、インピーダンス調整部240、340がない以外は図6及び図7と同じ構成の可動反応容器部を用い、実施例1と同様に、長さが358mm、外径が80mmの円筒状基体210（図6参照）、及び長さが358mm、外径が30mmの円筒状基体310（図7参照）に、それぞれ3層構造の堆積膜を形成し、電子写真用光受容部材を作製した。

【0074】

また、それに伴い、高周波導入手段においては、各可動反応容器部に対応して高周波整合器を交換し、インピーダンスの整合を取った。つまり、図6に示す可動反応容器部201に相当する可動反応容器部を用いて堆積膜を形成するときには、この可動反応容器部に対応する高周波整合器を高周波導入手段に取り付けて堆積膜を形成し、図7に示す可動反応容器部301に相当する可動反応容器部を用いて堆積膜を形成するときには、高周波整合器を、この可動反応容器部に対応

するものと交換して堆積膜を形成した。

【0075】

表1に、実施例1及び比較例1による円筒状基体210への堆積膜の形成条件を示し、表2に、実施例1及び比較例1による円筒状基体310への堆積膜の形成条件を示す。

【0076】

【表1】

	電化注入阻止層	光導電層	表面層
ガス種及び流量			
SiH ₄ (sccm)	300	300	30
B ₂ H ₆ (ppm 対 SiH ₄)	3000	2	0
NO(sccm)	9	0	0
CH ₄ (sccm)	0	0	70
内圧 (Pa)	1.1	1.1	1.4
高周波電力 (W)	1500	1500	1300
基体温度 (°C)	270	270	250
膜厚 (μm)	3	25	0.5

【0077】

【表2】

	電化注入阻止層	光導電層	表面層
ガス種及び流量			
SiH ₄ (sccm)	150	150	20
B ₂ H ₆ (ppm 対 SiH ₄)	2000	2	0
NO(sccm)	8	0	0
CH ₄ (sccm)	0	0	50
内圧 (Pa)	1.1	1.1	1.4
高周波電力 (W)	1500	1500	1300
基体温度 (°C)	260	270	250
膜厚 (μm)	3	25	0.5

【0078】

実施例1及び比較例1とも、安定したプラズマ処理が行われ、作製された電子写真用光受容部材は良好な評価結果が得られた。

【0079】

しかし、比較例 1 においては、可動反応容器部の交換に伴って高周波整合器の交換作業があったため、次の可動反応容器部での堆積膜形成の開始時間が実施例 1 と比べて約 1 0 分遅れた。また、実施例 1 は、高周波整合器の交換作業がない分、作業者の負担が少なくすむ。その結果、一人の作業で扱うプラズマ処理の数を増やしたり、あるいはプラズマ処理条件によっては作業者を減員することが可能となる。更に、実施例 1 では整合器は 1 セットでよいが、比較例 1 では 2 セットの整合器が必要となるため、実施例 1 は比較例 1 に比べて装置コストを低くすることができる。

【 0 0 8 0 】

以上より明らかなように、本発明によれば、生産システムの簡素化、低コスト化を実現でき、高稼働率および高柔軟性を同時に達成可能である。

【 0 0 8 1 】

(実施例 2)

本実施例では、図 8 に示す堆積膜形成装置を用いて、電子写真用光受容部材を作製した。

【 0 0 8 2 】

本実施例で用いた堆積膜形成装置は、2カ所のプラズマ処理エリアを有し、各プラズマ処理エリアにそれぞれ排気部 5 0 2 が設置されている。各排気部 5 0 2 は、それぞれ 2 つの接続用フランジ 5 0 9 が備えられた排気手段 5 0 7 を有する。また、各プラズマ処理エリアには、それぞれ高周波導入手段 5 1 0 が 2 セットずつ備えられている。これにより各プラズマ処理エリアでは、同時に同種類の 2 つの可動反応容器部を処理可能となっている。本実施例では、可動反応容器部として、図 6 に示したのと同じ構成の可動反応容器部 2 0 1、及び図 7 に示したのと同じ構成の可動反応容器部 3 0 1 をそれぞれ 4 個ずつ用意した。

【 0 0 8 3 】

そして、4 個の可動反応容器部 2 0 1 をそれぞれ排気部 5 0 2 及び高周波導入手段 5 1 0 に接続し、実施例 1 と同様に、表 1 に示す条件と同じ条件で、同時に堆積膜を形成した。なお、表 1 に示した条件は、1 個の可動反応容器部 2 0 1 についての条件である。

【 0 0 8 4 】

可動反応容器部 2 0 1 での堆積膜の形成の間、もう 1 種類の可動反応容器部 3 0 1 について、円筒状基体を設置し、基体の温度を所定の温度に制御しておく。

【 0 0 8 5 】

可動反応容器部 2 0 1 での堆積膜形成の終了後、全ての可動反応容器部 2 0 1 を排気部 5 0 2 から切り離し、既に円筒状基体が所定の温度に制御されている 4 個の可動反応容器部 3 0 1 を、各排気部 5 0 2 及び高周波導入手段 5 1 0 に接続し、実施例 1 と同様に、表 2 に示す条件と同じ条件で、同時に堆積膜を形成した。なお、表 2 に示した条件は、1 個の可動反応容器部 3 0 1 についての条件である。

【 0 0 8 6 】

本実施例においても、実施例 1 と同様に、全ての可動反応容器部 2 0 1, 3 0 1 に対して安定したプラズマ処理が行われ、作製された電子写真用光受容部材は良好な評価結果が得られた。また、可動反応容器部 2 0 1 から可動反応容器部 3 0 1 への入れ替えの際の、比較例 1 のような準備待ちの時間は存在せず、プラズマ処理の移行を円滑に行うことができた。

【 0 0 8 7 】

(実施例 3)

本実施例では、図 9 に示す堆積膜形成装置を用いて、PCVD 法により電子写真用光受容部材を作製した。

【 0 0 8 8 】

図 9 に示す堆積膜形成装置では、2 種類の可動反応容器部 7 0 1, 8 0 1 を用いた。一方の可動反応容器部 7 0 1 の模式的な縦断面図及び横断面図を図 1 0 に示し、他方の可動反応容器部 8 0 1 の模式的な縦断面図及び横断面図を図 1 1 に示す。

【 0 0 8 9 】

図 1 0 及び図 1 1 に示すように、可動反応容器部 7 0 1, 8 0 1 はそれぞれ、キャスター 7 0 5, 8 0 5 によって移動可能な支持台 7 0 6, 8 0 6 と、支持台 7 0 6, 8 0 6 上に設置され内部を 4 つの部屋に仕切る SUS 製のシールド 7 1

7, 817と、シールド717, 817で仕切られた各部屋にそれぞれ設置された円筒状の反応容器704, 804と、可動反応容器部701, 801を図9に示す排気部602の接続用フランジ609と接続するための接続用フランジ708, 808とを有する。反応容器704, 804は、A1からなり、その上下端部を絶縁リング721, 821で挟まれ、上端が蓋722, 822で閉じられて各部屋内に設置されている。反応容器704, 804の大きさは、図10に示すもので内径が160mm、高さが500mm、図11に示すもので内径が230mm、高さが850mmとした。

【0090】

図10において、各反応容器704内には、長さが358mm、外径が30mmの鏡面加工を施したA1製シリンダ（円筒状基体710）を保持する基体ホルダ712がそれぞれ配置されている。各基体ホルダ712は、モータ720によって、反応容器704の軸線と平行な軸回りに回転可能となっている。また、各基体ホルダ712に対応して、円筒状基体710をその内側から加熱するためのヒータ716が反応容器704内に設けられている。さらに、反応容器704内には、反応容器704内に原料ガスを導入するための原料ガス導入管715が設置されている。

【0091】

シールド717の外壁には4つのインピーダンス調整部740が取り付けられており、これらインピーダンス調整部740はそれぞれ各反応容器704と、A1製の直径16mmの棒で電氣的に接続されている。一方、図9に示すように、この堆積膜形成装置はプラズマ処理エリアに4つの高周波導入手段610を有し、各インピーダンス調整部740は、接続部714を介して、各高周波導入手段610と接続される。インピーダンス調整部740では、接続部714と前述の直径16mmの棒とは、Cu製の厚さ1mm幅20mmの板で電氣的に接続されている。この板の材質及びサイズは、高周波導入手段610で整合が取れるように予め実験によって決められたものである。

【0092】

一方、図11において、各反応容器804内には、長さが358mm、外径が

80 mmの鏡面加工を施したA1製シリンダ（円筒状基体810）を上下に2本積み重ねた状態で保持する基体ホルダ812がそれぞれ配置されている。各基体ホルダ812は、モータ820によって、反応容器804の軸線と平行な軸回りに回転可能となっている。また、各基体ホルダ812に対応して、円筒状基体810をその内側から加熱するためのヒータ816が反応容器804内に設けられている。さらに、反応容器804内には、反応容器804内に原料ガスを導入するための原料ガス導入管815が設置されている。

【0093】

シールド817の外壁には4つのインピーダンス調整部840が取り付けられており、これらインピーダンス調整部840はそれぞれ各反応容器804と、A1製の直径16 mmの棒で電氣的に接続されている。各インピーダンス調整部840は、接続部814を介して、各高周波導入手段610と接続される。インピーダンス調整部840では、接続部814と前述の直径16 mmの棒とは、Cu製の厚さ1 mm、幅20 mm、長さが図10の装置で用いた板の1/2のサイズの板で電氣的に接続されている。この板の材質及びサイズは、高周波導入手段610で整合が取れるように予め実験によって決められたものである。

【0094】

本実施例による堆積膜の形成について、図9～11を参照して以下に説明する。

【0095】

まず、可動反応容器部701、801の構成部品の交換、クリーニングを行い、堆積膜の形成が可能な状態になったら、可動反応容器部701、801を手動で基体投入エリアへ搬送する。

【0096】

基体投入エリアでは、まず、一方の可動反応容器部701に対して、4本の円筒状基体710をそれぞれ基体ホルダ712に装着し、これらを各反応容器704内の所定の位置に設置する。基体ホルダ712の設置後、各反応容器704内を排気手段（不図示）によって排気し、その後、ヒータ716によって円筒状基体710を250℃に加熱・制御する。円筒状基体710が所定の温度となった

ところで、可動反応容器部 7 0 1 を作業員による手動でプラズマ処理エリアへ搬送する。プラズマ処理エリアへの搬送後、可動反応容器部 7 0 1 と排気部 6 0 2 とを、可動反応容器部 7 0 1 の接続用フランジ 7 0 8 と排気部 6 0 2 の接続用フランジ 6 0 9 との間に O リングを介して接続した。

【 0 0 9 7 】

可動反応容器部 7 0 1 と排気部 6 0 2 との接続が終了した後、可動反応容器部 7 0 1 の各接続部 7 1 4 にそれぞれ高周波導入手段 6 1 0 を接続し、反応容器 7 0 4 内を排気部 6 0 2 の排気手段 6 0 7 によって排気した後、原料ガス導入管 7 1 5 を介して、原料ガスを各反応容器 7 0 4 内に導入した。原料ガスの流量が設定流量となり、また、各反応容器 7 0 4 内の圧力が安定したのを確認した後、高周波導入手段 6 1 0 より所定の高周波電力を供給し、円筒状基体 7 1 0 上に堆積膜を形成した。本実施例では、基体温度、原料ガスのガス流量、圧力、高周波電力を変更して同様の手順を繰り返し、電化注入阻止層、光導電層及び表面層の 3 層の堆積膜を形成した。堆積膜形成中は、モータ 7 2 0 を駆動して円筒状基体 7 1 0 を回転させた。また、高周波電力の周波数は 1 3 . 5 6 M H z とした。

【 0 0 9 8 】

表 3 に、本実施例による円筒状基体 7 1 0 への堆積膜の形成条件を示す。なお、表 3 に示した条件は、一つの反応容器 7 0 4 についての条件である。

【 0 0 9 9 】

【表 3】

	電化注入阻止層	光導電層	表面層
ガス種及び流量			
$\text{SiH}_4(\text{sccm})$	1 0 0	1 0 0	1 0
$\text{H}_2(\text{sccm})$	3 0 0	3 0 0	0
$\text{B}_2\text{H}_6(\text{ppm 対 SiH}_4)$	1 5 0 0	1 . 0	0
$\text{NO}(\text{sccm})$	5	0	0
$\text{CH}_4(\text{sccm})$	0	0	3 5 0
内圧 (P a)	4 8	6 0	5 0
高周波電力 (W)	1 5 0	1 5 0	1 0 0
基体温度 (°C)	2 5 0	2 5 0	2 5 0
膜厚 (μm)	3	2 5	0 . 6

【0100】

可動反応容器部 701 で堆積膜の形成中に、基体投入エリアで、もう一方の可動反応容器部 801 について、可動反応容器部 701 と同様に、反応容器 804 内に円筒状基体 810 を設置し、ヒータ 816 により円筒状基体 810 を 270℃ に加熱・制御した。

【0101】

可動反応容器部 701 での堆積膜の形成が終了したら、可動反応容器部 701 を排気部 602 から切り離し、基体取り出しエリア（不図示）へ移動させる。その後、もう一方の可動反応容器部 801 をプラズマ処理エリアへ移動させ、可動反応容器部 801 と排気部 602 とを接続させた。接続終了後、可動反応容器部 801 の接続部 814 に高周波導入手段 610 を接続し、可動反応容器部 701 と同様に、円筒状基体 810 上に 3 層構造の堆積膜を形成した。

【0102】

表 4 に、本実施例による円筒状基体 810 への堆積膜の形成条件を示す。なお、表 4 に示した条件は、一つの反応容器 804 についての条件である。

【0103】

【表 4】

	電化注入阻止層	光導電層	表面層
ガス種及び流量			
SiH ₄ (sccm)	300	300	30
H ₂ (sccm)	600	700	0
B ₂ H ₆ (ppm 対 SiH ₄)	2000	1.0	0
NO(sccm)	9	0	0
CH ₄ (sccm)	0	0	700
内圧 (Pa)	48	60	50
高周波電力 (W)	600	600	150
基体温度 (℃)	260	260	250
膜厚 (μm)	3	25	0.6

【0104】

本実施例においても、実施例 1 と同様、全ての円筒状基体 710, 810 について安定したプラズマ処理を行うことができ、作製された電子写真用光受容部材

は良好な評価結果が得られた。また、可動反応容器部 7 0 1 から可動反応容器部 8 0 1 への入れ替えの際の、比較例 1 のような準備待ちの時間は存在せず、プラズマ処理の移行を円滑に行うことができた。

【 0 1 0 5 】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、複数のインピーダンス調整手段を反応容器のインピーダンスに対応して用意しておき、プラズマ処理を行う反応容器に対応して所定のインピーダンス調整手段が使用されるようにすることで、プラズマ処理を効率よくかつ低コストで行うことができ、また、複数の種類のプラズマ処理を生産効率の低下を生じさせることなく生産することが可能となった。

【 0 1 0 6 】

また、反応容器と高周波導入手段とを分離可能とすることで、ある反応容器に対してプラズマ処理を行っている間に、その反応容器とインピーダンスの異なる別の反応容器に次のプラズマ処理の準備を行うことができるので、生産効率をより向上させることができる。この場合更に、各反応容器がそれぞれインピーダンス調整手段を有する構成とすることで、反応容器を交換した際のインピーダンス調整手段の選択ミスを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明のプラズマ処理方法を用いた電子写真用光受容部材の堆積膜形成装置の一例を模式的に示した側面図である。

【図 2】

図 1 に示す堆積膜形成装置の可動反応容器部の配置を示す上面図である。

【図 3】

図 1 に示す堆積膜形成装置に用いられるインピーダンス整合手段の一例を模式的に表す図である。

【図 4】

図 1 に示す堆積膜形成装置に用いられるインピーダンス整合手段の他の例を模式的に表す図である。

【図 5】

図 1 に示す堆積膜形成装置に用いられるインピーダンス整合手段の更に他の例を模式的に表す図である。

【図 6】

本発明の実施例 1 で用いた一方の可動反応容器部の模式的な構成図であり、同図 (A) はその縦断面図、同図 (B) は (A) の E-E 線断面図である。

【図 7】

本発明の実施例 1 で用いた他方の可動反応容器部の模式的な構成図であり、同図 (A) はその縦断面図、同図 (B) は (A) の F-F 線断面図である。

【図 8】

本発明の実施例 2 で用いた堆積膜形成装置の模式的構成図である。

【図 9】

本発明の実施例 3 で用いた堆積膜形成装置の模式的構成図である。

【図 10】

図 9 に示した一方の可動反応容器部の模式的な構成図であり、同図 (A) はその縦断面図、同図 (B) は (A) の G-G 線断面図である。

【図 11】

図 9 に示した他方の可動反応容器部の模式的な構成図であり、同図 (A) はその縦断面図、同図 (B) は (A) の H-H 線断面図である。

【図 12】

電子写真用光受容部材の製造に用いられる従来の堆積膜形成装置の一例の模式的な構成図であり、同図 (A) はその縦断面図、同図 (B) は (A) の X-X 線断面図である。

【符号の説明】

1 0 1, 1 5 1, 1 6 1, 2 0 1, 3 0 1, 7 0 1, 8 0 1 可動反応容器部

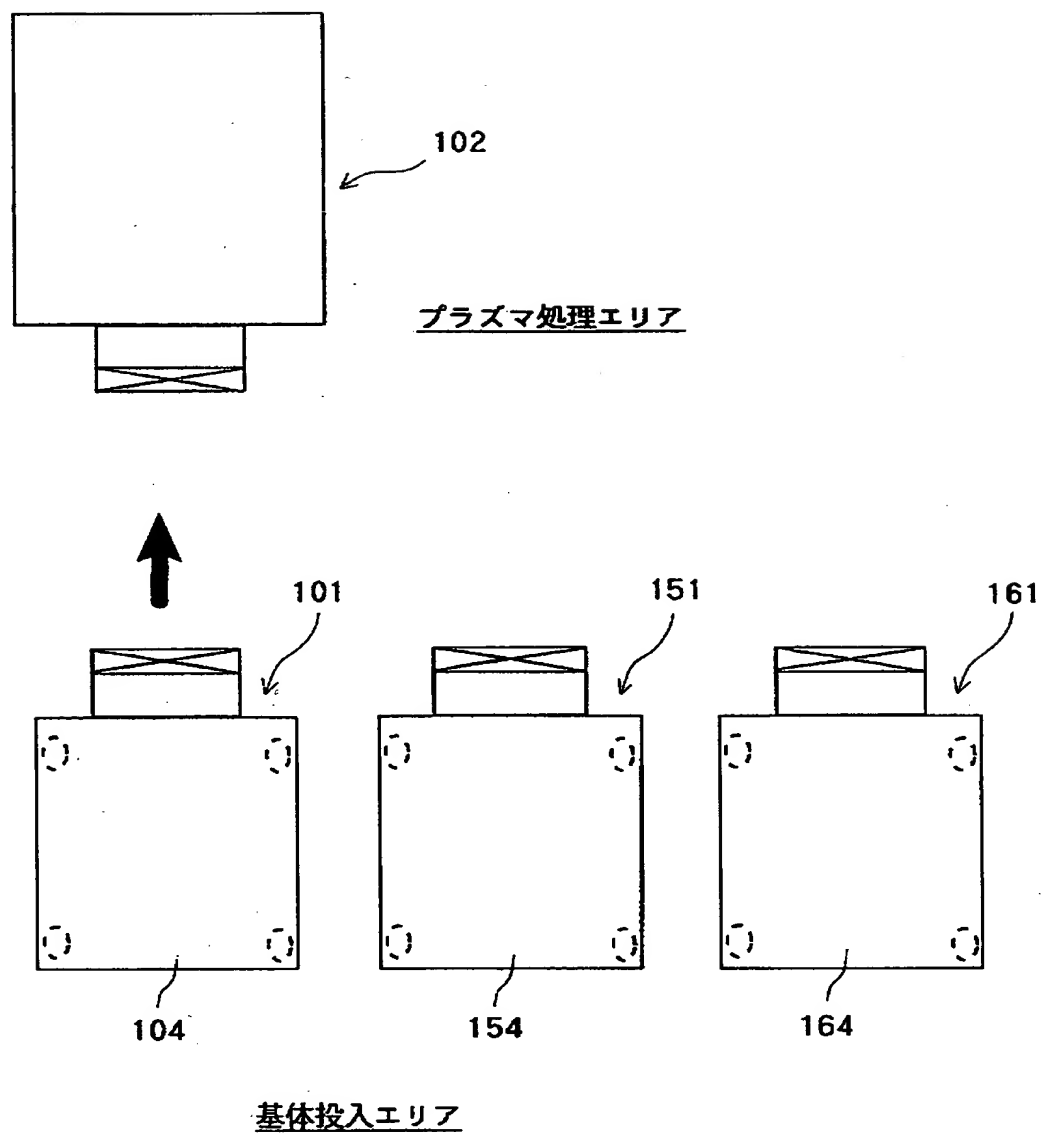
1 0 1 U, 1 5 1 U, 1 6 1 U 整合回路ユニット

1 0 2, 5 0 2, 6 0 2 排気部

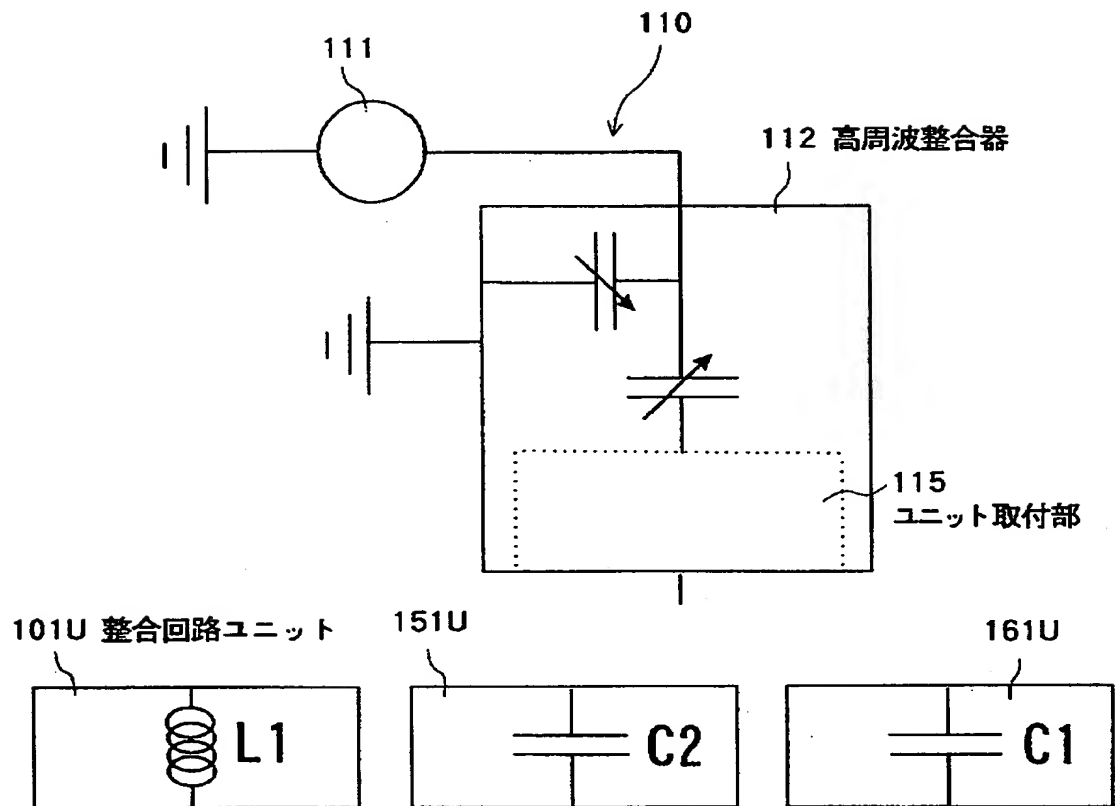
1 0 4, 1 5 4, 1 6 4, 2 0 4, 3 0 4, 7 0 4, 8 0 4 反応容器

105, 205, 305, 705, 805 キャスター
106, 206, 306, 706, 806 支持台
107, 507, 607 排気手段
108, 109, 208, 308, 509, 708, 808, 609 接続
用フランジ
110, 510, 610 高周波導入手段
111 高周波電源
112, 112', 112" 高周波整合器
115 ユニット取付部
116 切り替えスイッチ
210, 310, 710, 810 円筒状基体
211, 311 高周波電極
212, 312, 712, 812 基体ホルダ
214, 314, 714, 814 接続部
215, 315, 715, 815 原料ガス導入管
216, 316, 716, 816 ヒータ
217, 317, 717, 817 シールド
220, 320, 720, 820 モータ
240, 340, 740, 840 インピーダンス調整部
721, 821 絶縁リング
722, 822 蓋

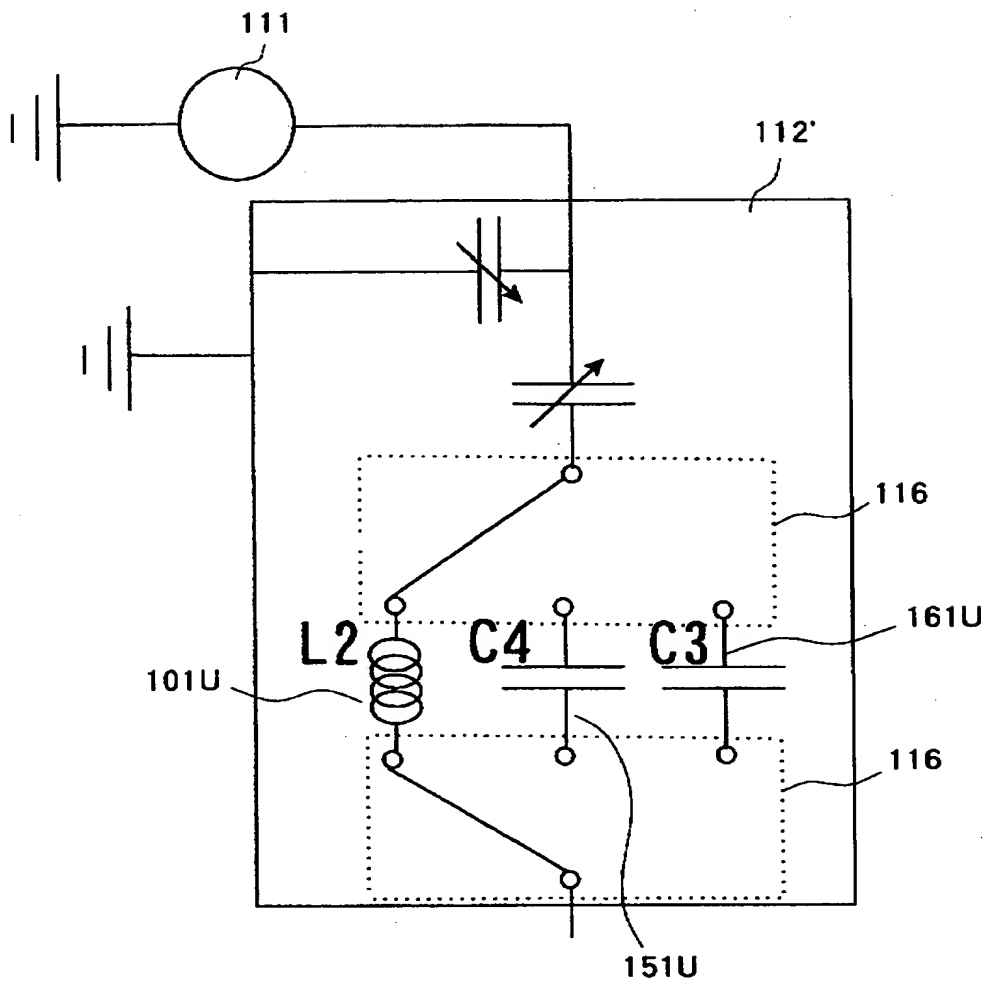
【図 2】



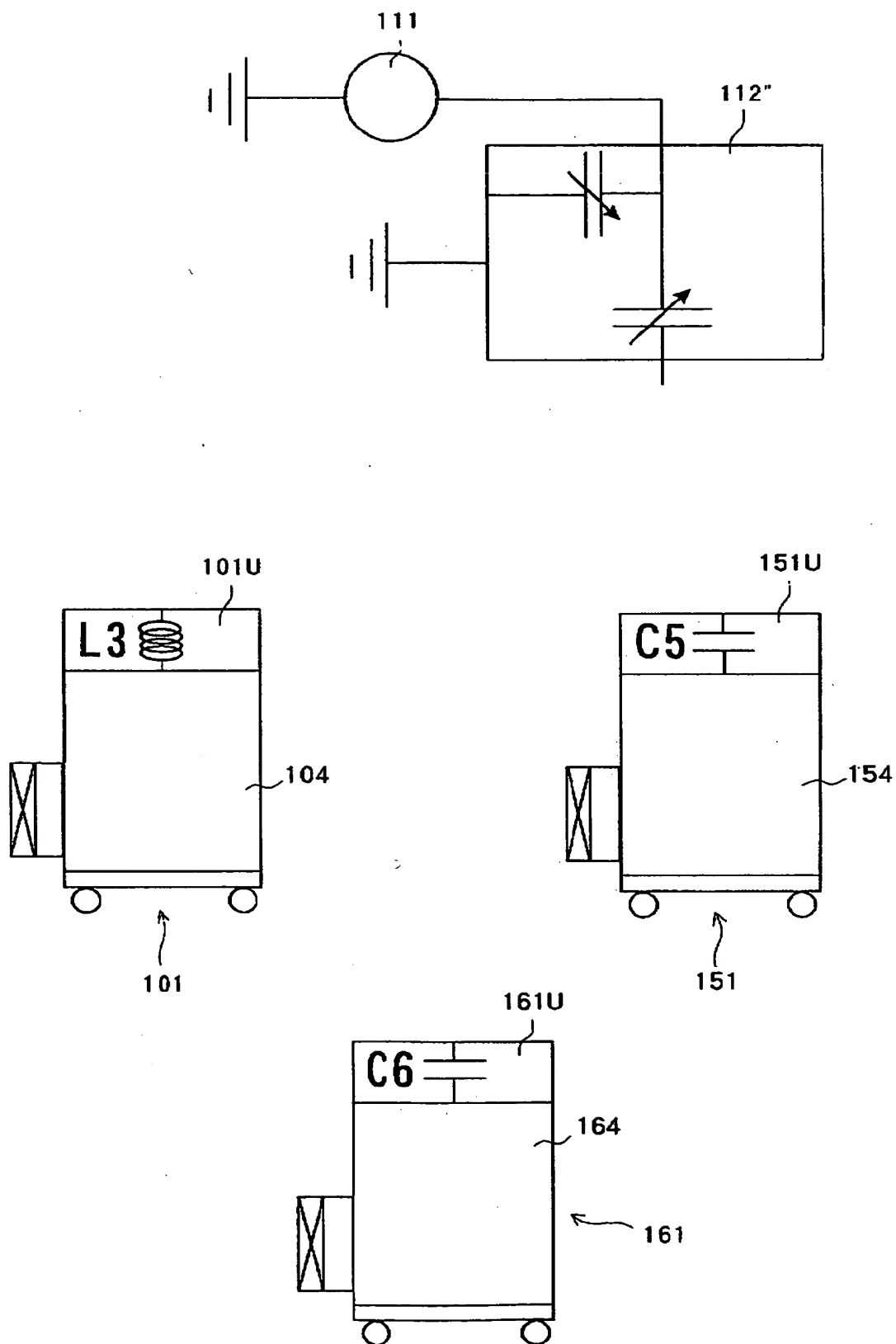
【図 3】



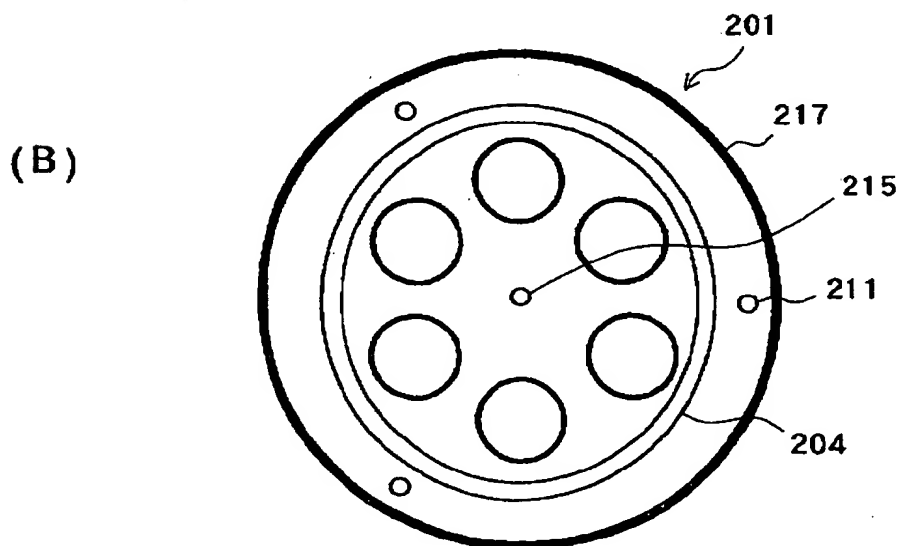
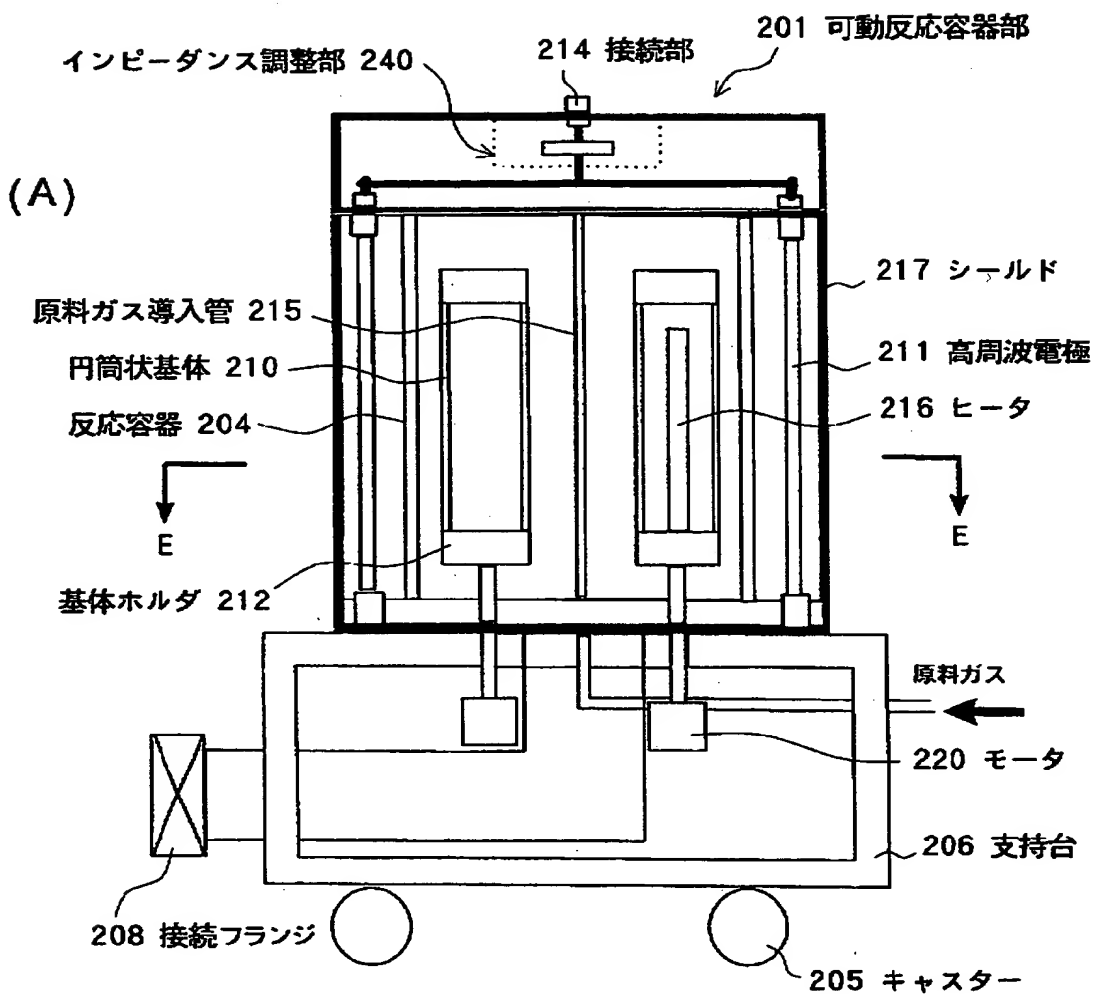
【図4】



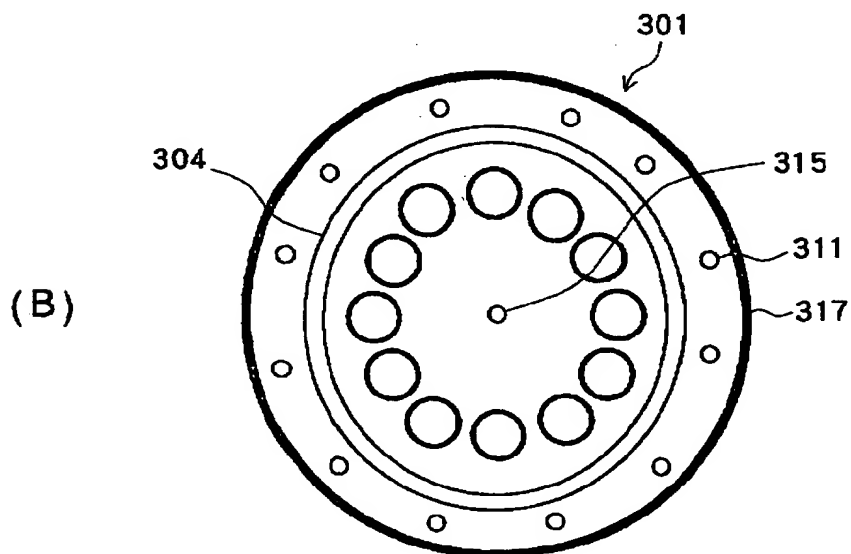
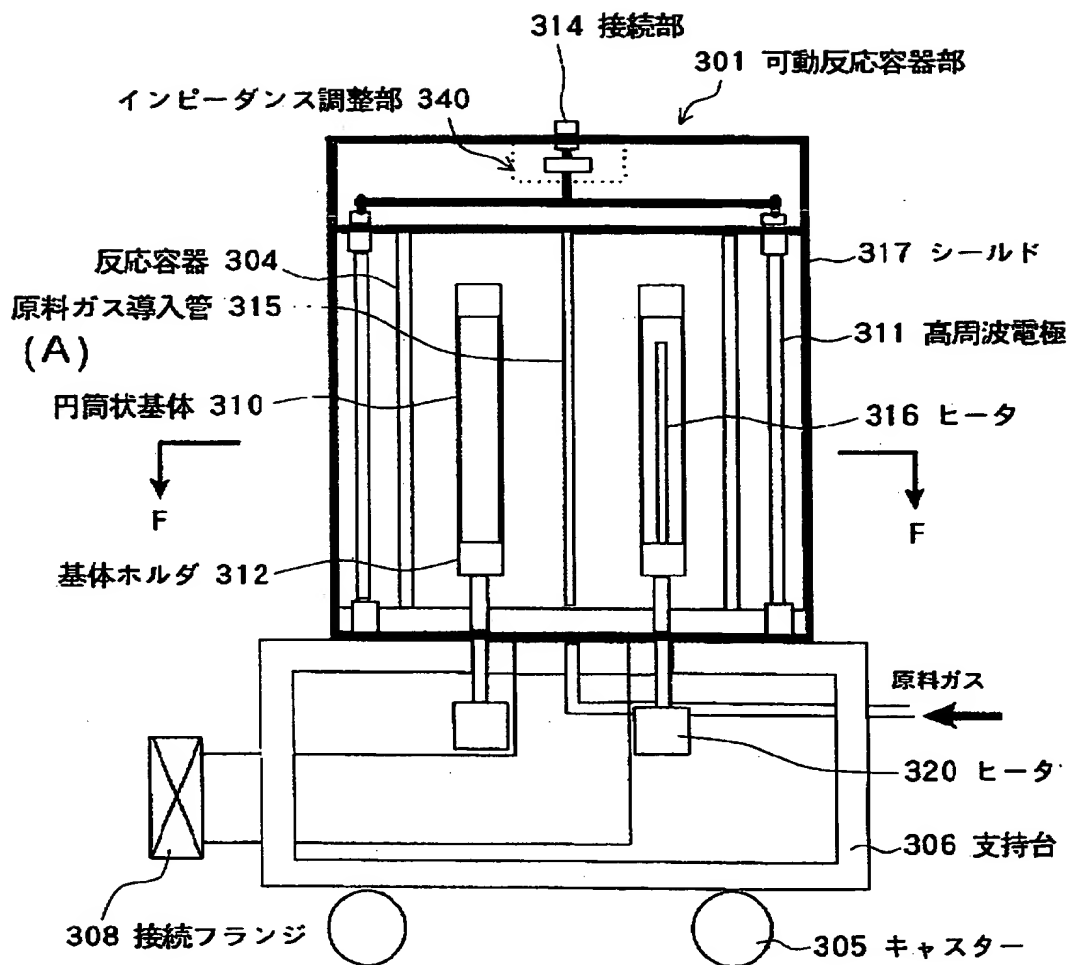
【図 5】



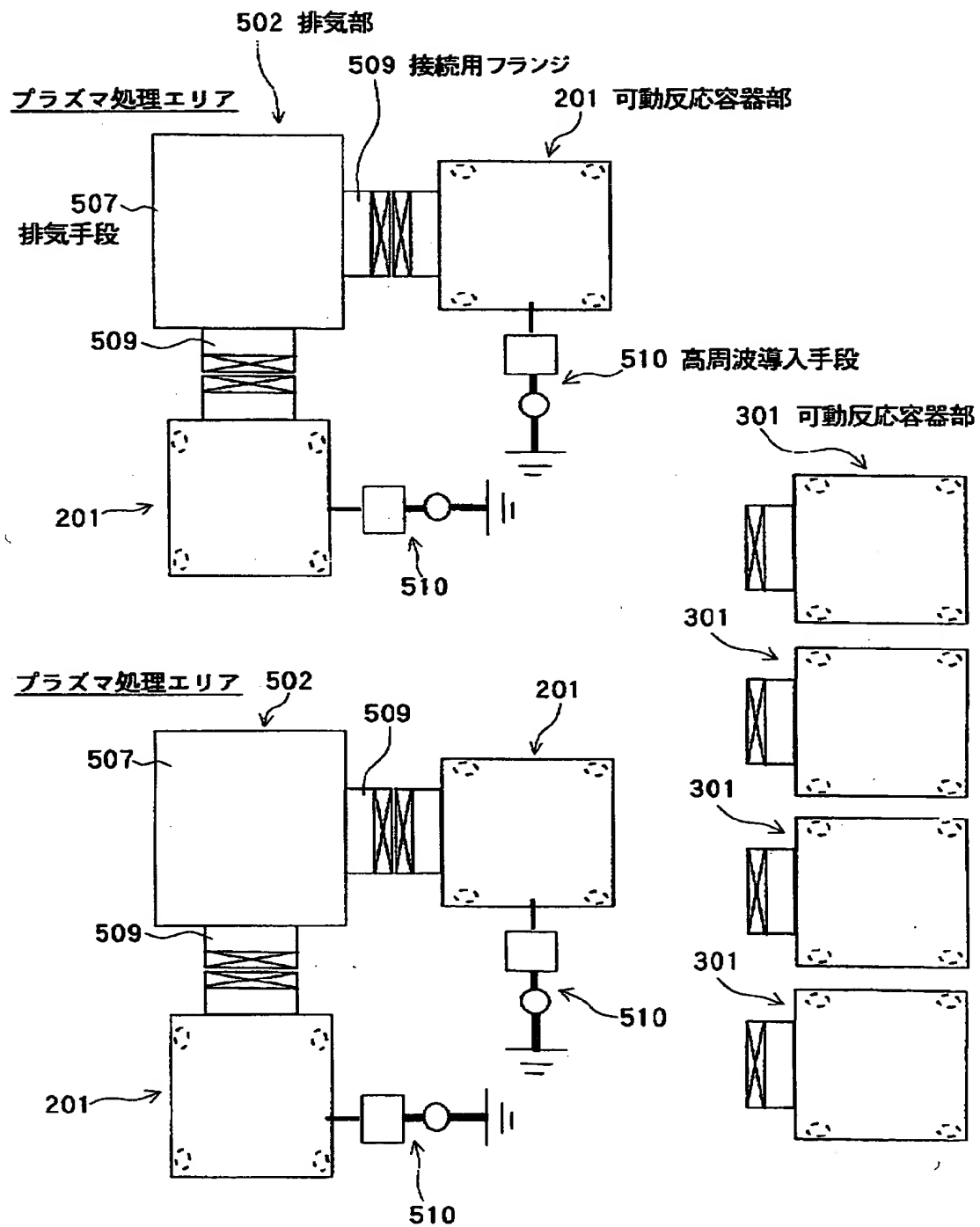
【図 6】



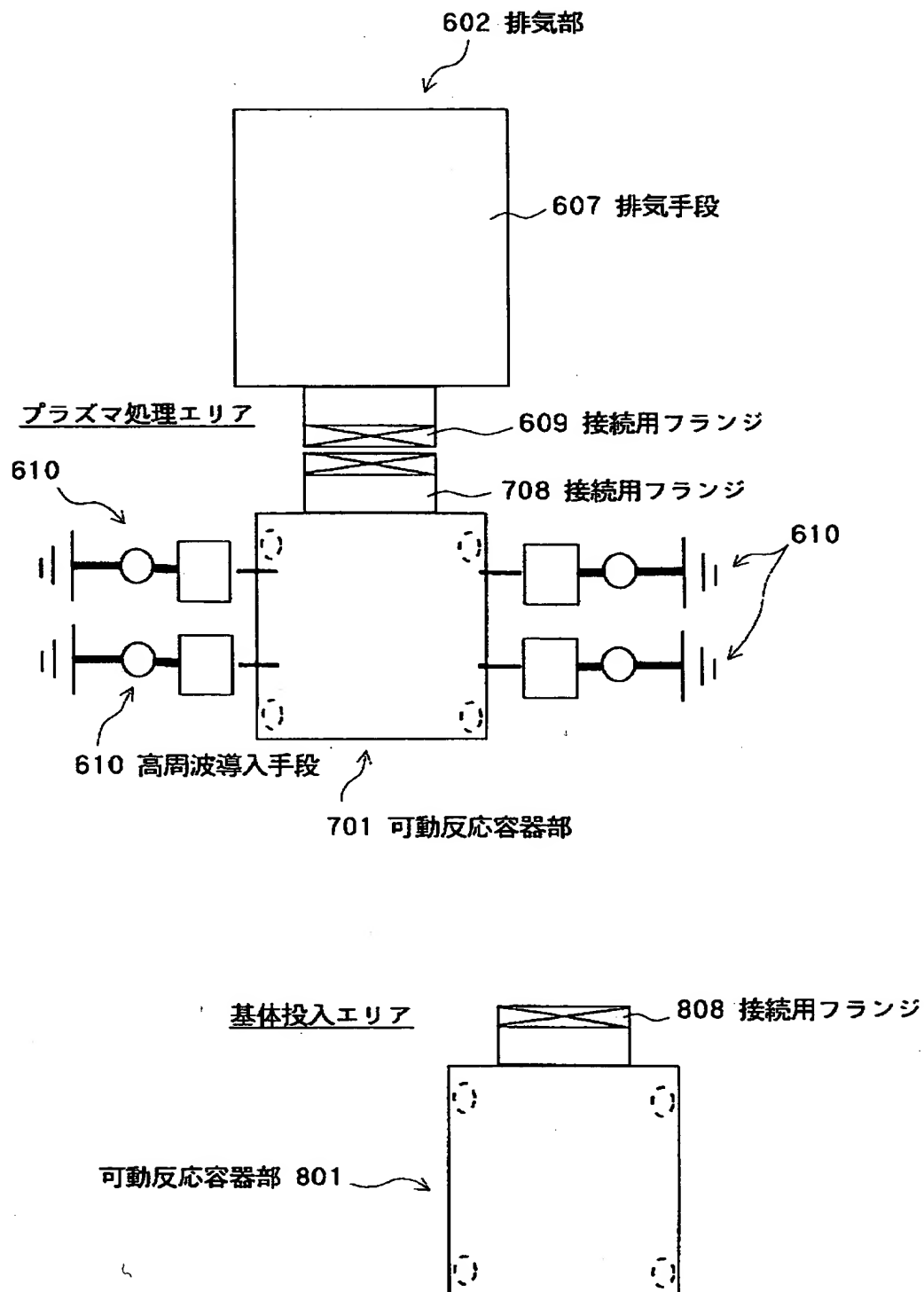
【図 7】



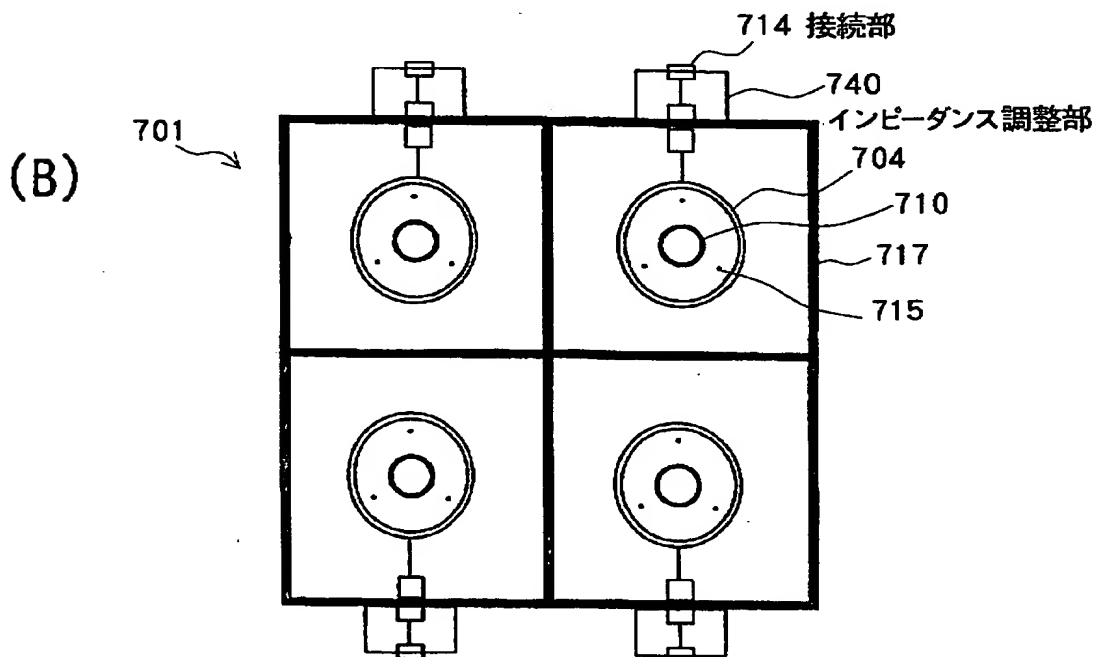
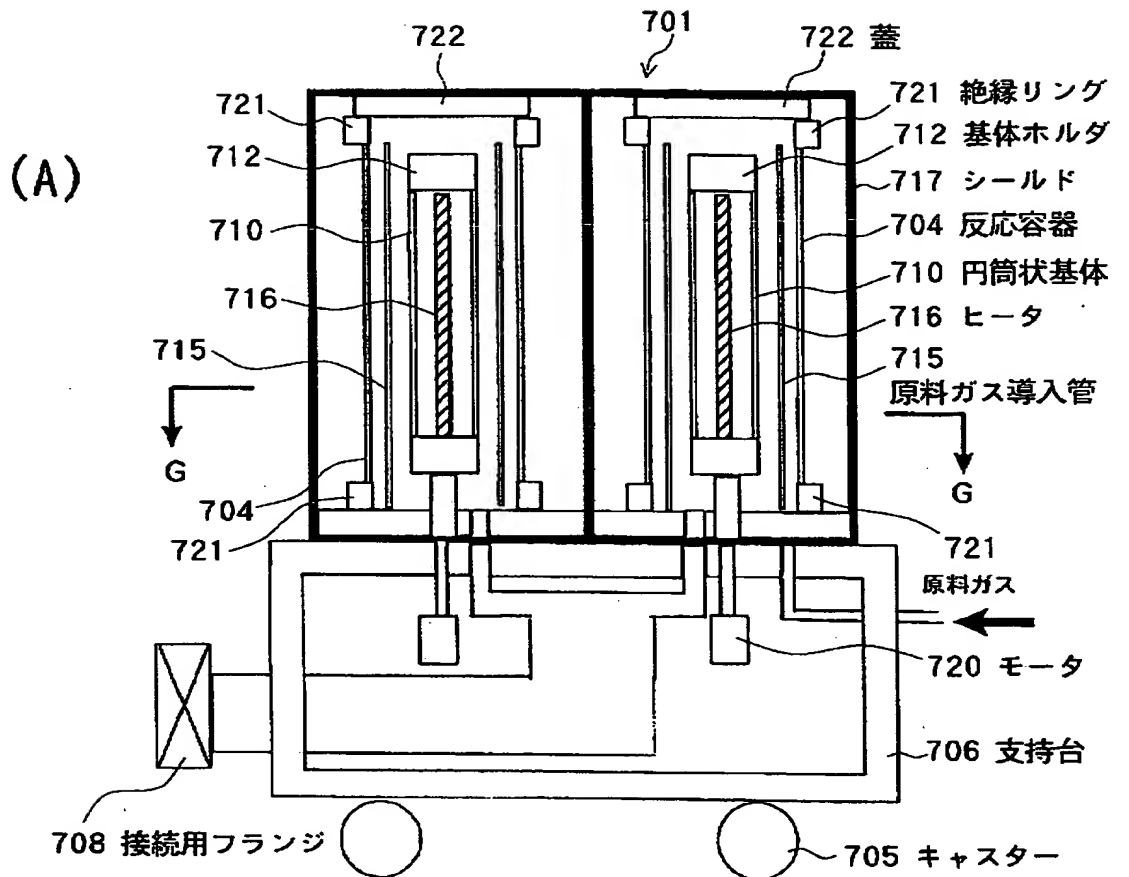
【図 8】



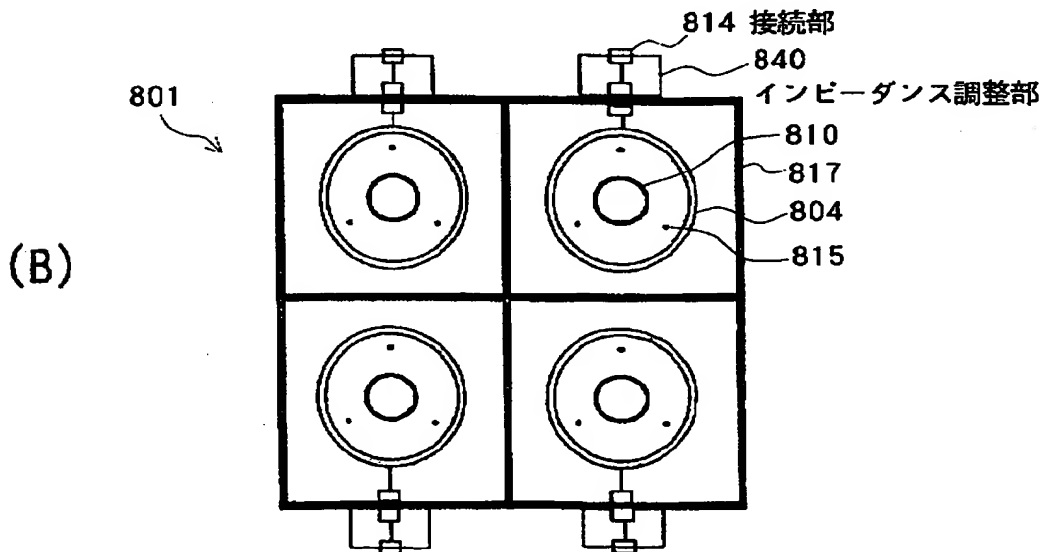
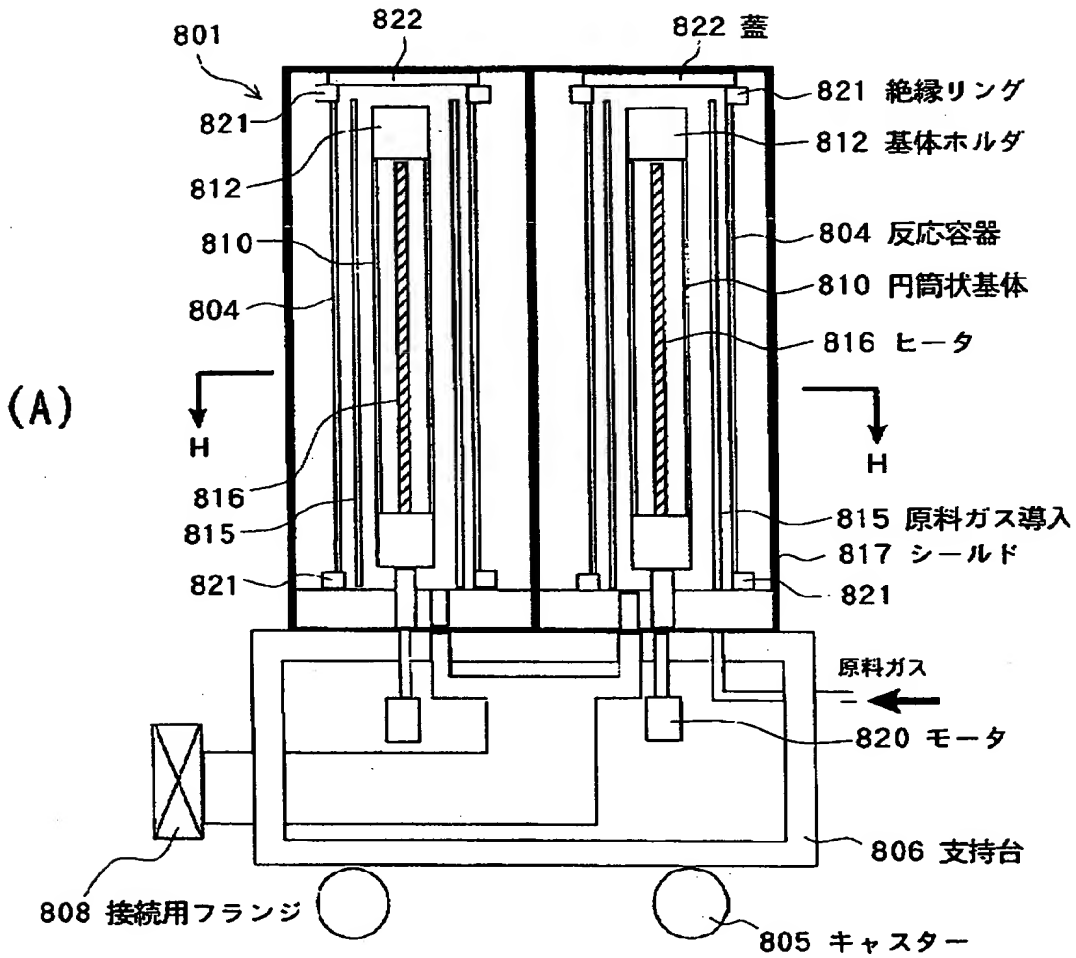
【図 9】



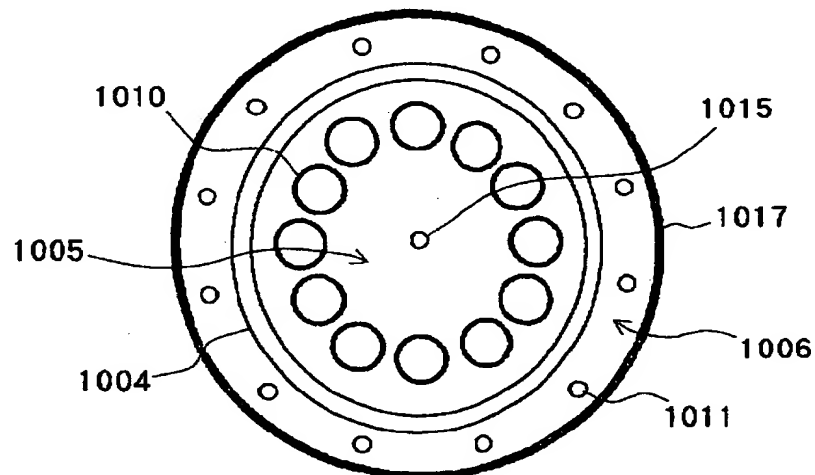
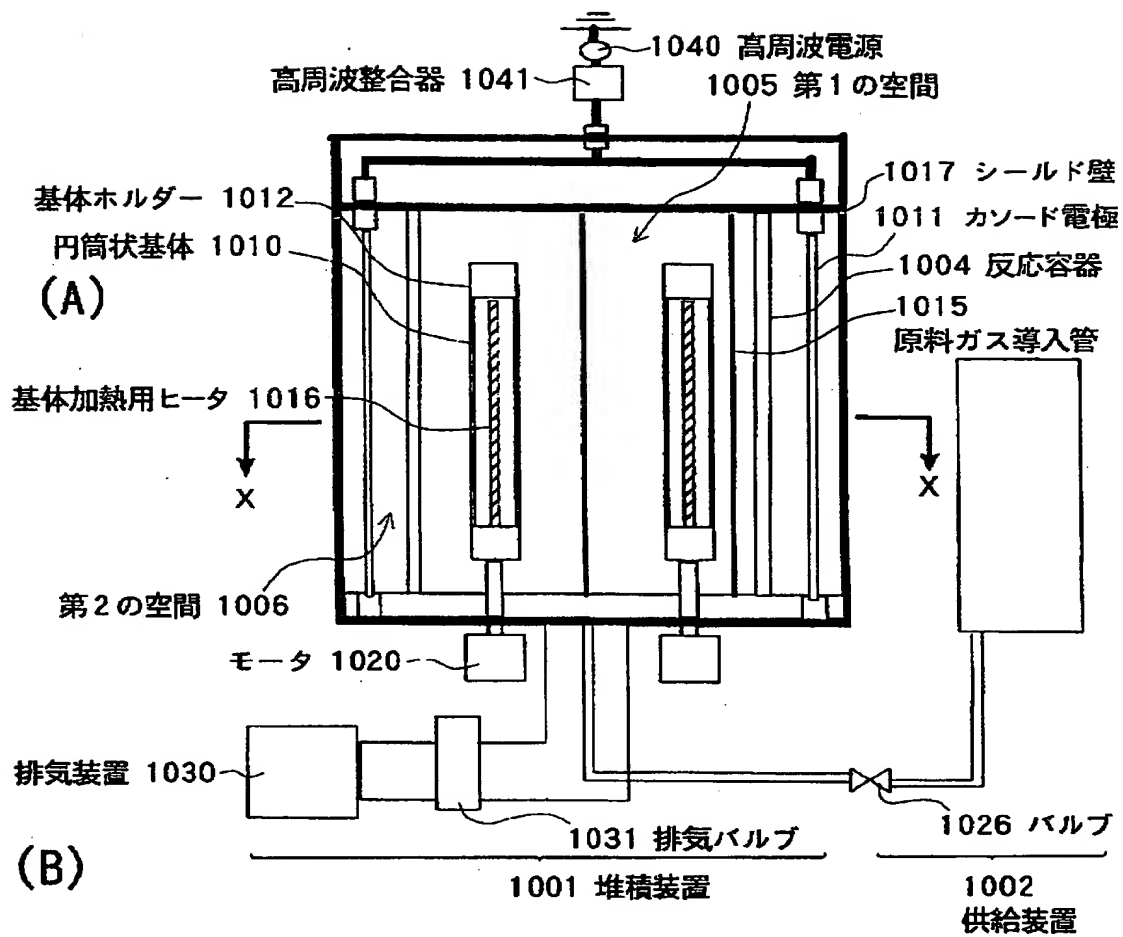
【図10】



【図11】



【図 1 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 インピーダンスの異なる複数の反応容器に対して効率よく低コストでプラズマ処理を行う。

【解決手段】 可動反応容器部 1 0 1, 1 5 1, 1 6 1 は、それぞれ内部に被処理基体が設置されインピーダンスの異なる反応容器 1 0 4, 1 5 4, 1 6 4 を有する。各反応容器 1 0 4, 1 5 4, 1 6 4 は、高周波電源 1 1 1 と高周波整合器 1 1 2' とを有する高周波導入手段と接続され、高周波電力が導入されることによって被処理基体に対してプラズマ処理が行われる。稼働反応容器部 1 0 1, 1 5 1, 1 6 1 には、反応容器 1 0 4, 1 5 4, 1 6 4 側と高周波導入手段側とのインピーダンスを調整するための整合回路ユニット 1 0 1 U, 1 5 1 U, 1 6 1 U がそれぞれ設けられている。

【選択図】 図 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

氏 名 キヤノン株式会社